

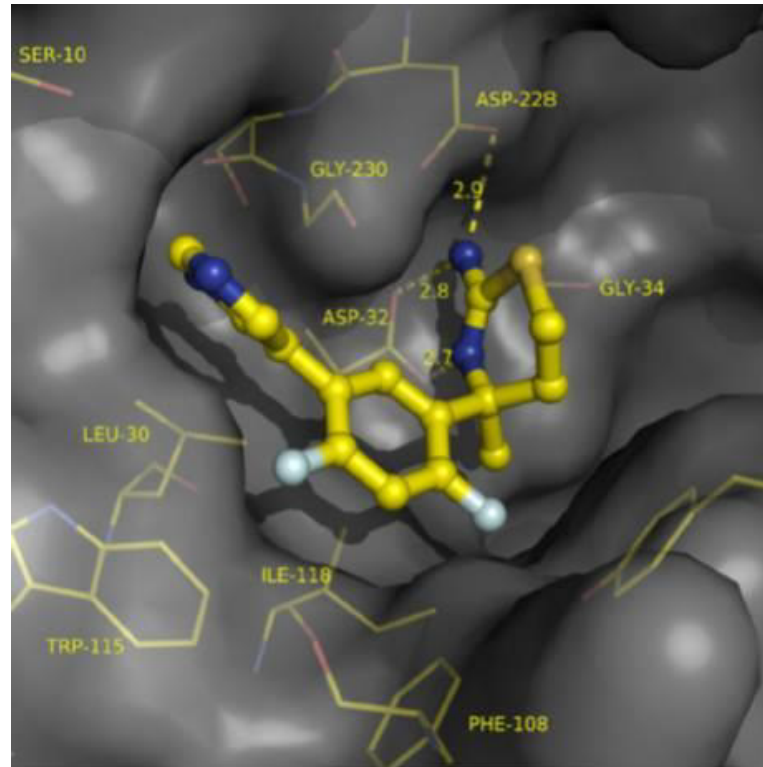
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira
Béjaïa



وزارة التعليم العالي
و البحث العلمي
جامعة عبد الرحمان ميرة
بجاية

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Dr AMIROUCHE A. M2 – BA (2020/2021)

- Intervient dans
 - La synthèse
 - Dégradation des biomolécules
 - L'activation des récepteurs des voies de signalisation cellulaires,
 - Les processus cellulaires.

SUBSTRAT :

- **Molécule qui entre dans une réaction pour y être transformée grâce à l'action catalytique d'une enzyme**

Toutes les molécules qui entrent dans une réaction enzymatique et sont définitivement modifiées sont appelées substrats.

PRODUIT :

- **Molécule qui apparaît au cours d'une réaction catalysée par une enzyme.**

Réaction enzymatique



Lorsque le sens d'une réaction enzymatique réversible est changé le produit devient substrat et vice-versa.

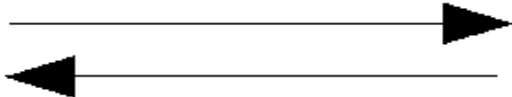
Certaines réactions enzymatiques se produisent simplement entre un substrat et l'enzyme, aboutissant à un produit.

Masse Moléculaire
Isoenzymes

Classification

Enzyme

Cofacteurs et coenzymes liés

Substrat  Produit

Ions et
Coenzymes libres
Energie

D'autres fois, un troisième corps chimique est indispensable : nous l'appellerons cofacteur

Les cofacteurs sont des atomes ou des molécules qui interviennent dans la réaction enzymatique, mais ne sont pas transformés définitivement à la fin de cette réaction :

Ils interviennent:

- Pour transporter le substrat,
- Pour recevoir le produit
- Ou comme participant à la structure de l'enzyme

La protéine enzymatique reconnaît spécifiquement les cofacteurs dont elle a besoin.

COFACTEUR :

- **Corps chimique intervenant obligatoirement dans une réaction enzymatique :**
 - pour transporter ou compléter un substrat
 - pour accepter un produit
 - comme participant à la structure de l'enzyme

COENZYME :

- **Molécule biologique intervenant comme cofacteur indispensable dans la catalyse enzymatique d'une réaction**
- les coenzymes **libres** interviennent dans la réaction de manière stoechiométrique
- les coenzymes **liés** interviennent dans la réaction de manière catalytique

Les coenzymes sont des molécules biologiques c'est à dire que leur synthèse naturelle ne peut être faite que par des cellules vivantes.

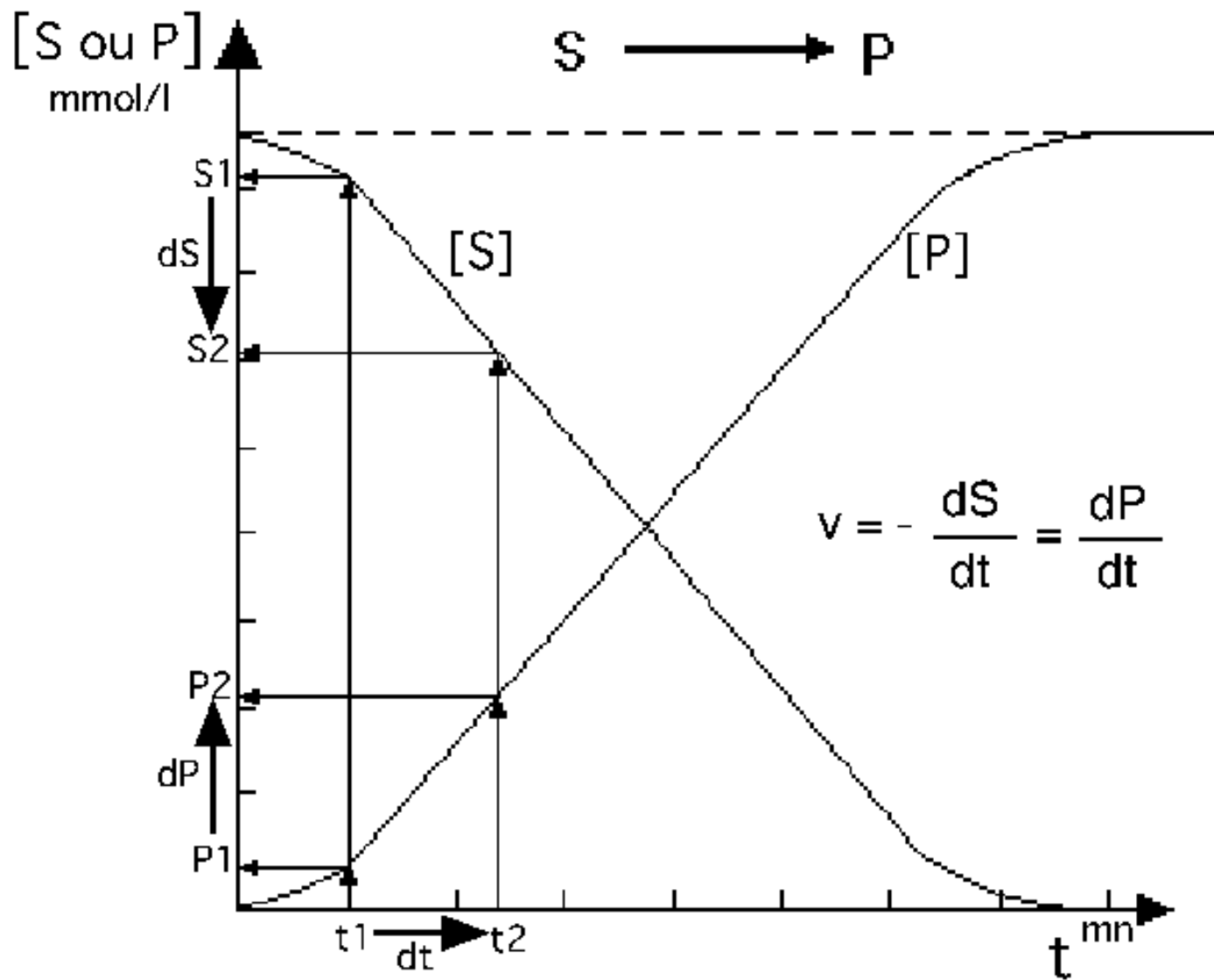
1- Ces coenzymes sont appelés coenzymes libres parce qu'ils se dissocient de l'enzyme à chaque réaction catalysée.

l'énergie mise en jeu par la liaison enzyme-coenzyme est du même ordre de grandeur que l'énergie mise en jeu dans la liaison enzyme-substrat ; dans ce cas, la concentration des coenzymes doit être du même ordre de grandeur que celle du substrat.

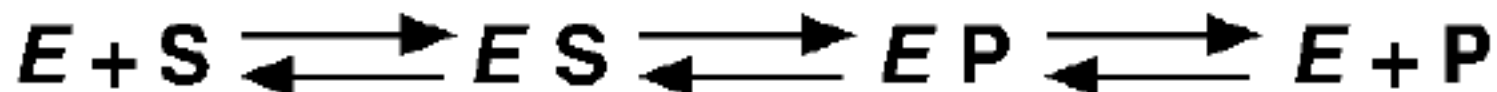
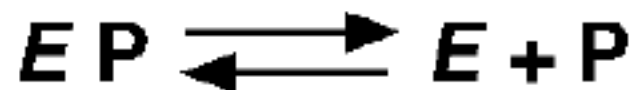
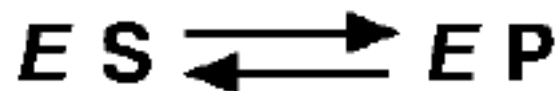
Lorsque au contraire

2- Ces coenzymes sont appelés coenzymes liés parce qu'ils ne se dissocient pas de l'enzyme.

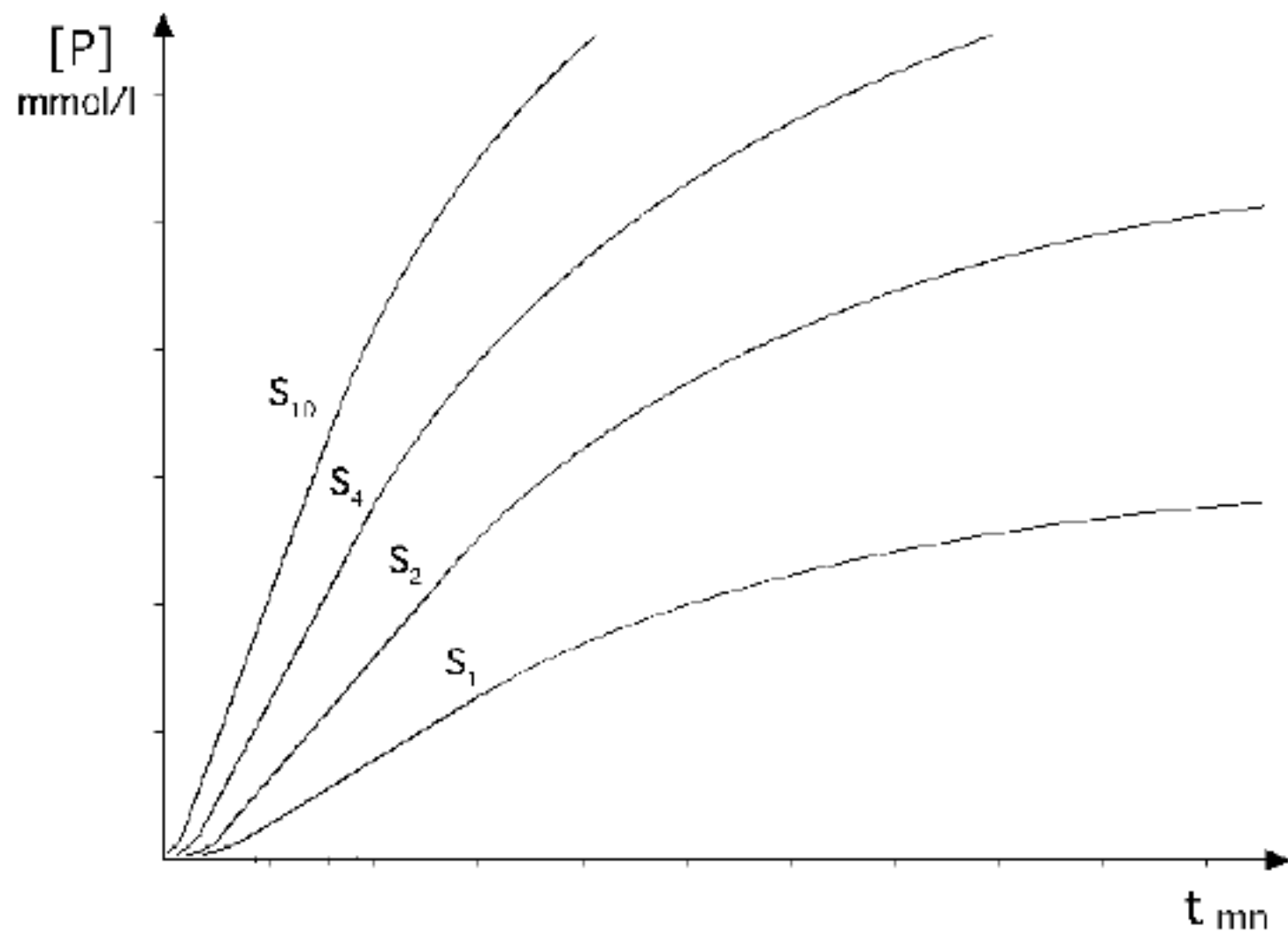
Les coenzymes sont liés aux enzymes par des liaisons fortes de type covalentiel, leur concentration est nécessairement la même que celle de l'enzyme, c'est à dire très petite (on dit catalytique).

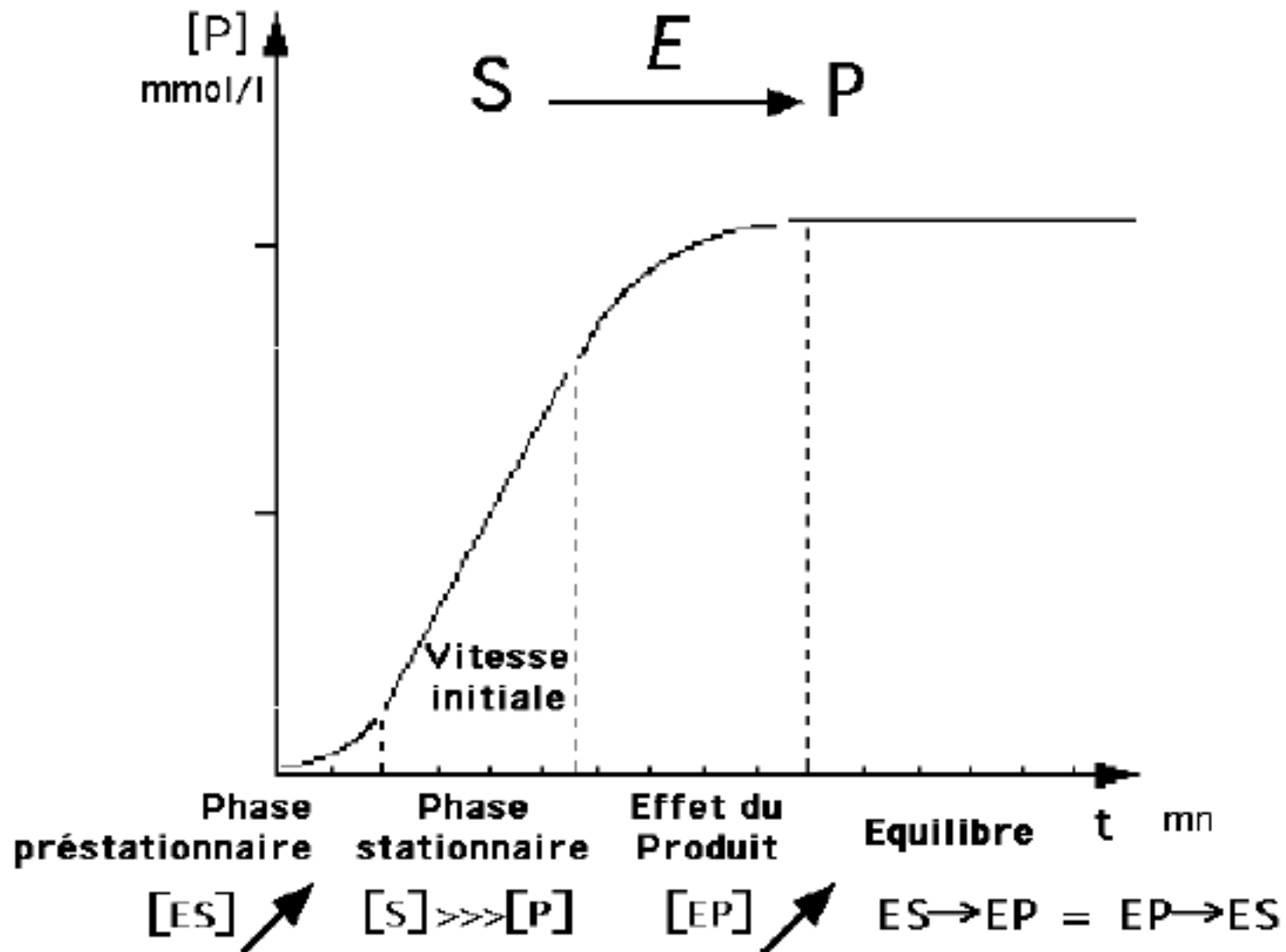


Phases de la réaction

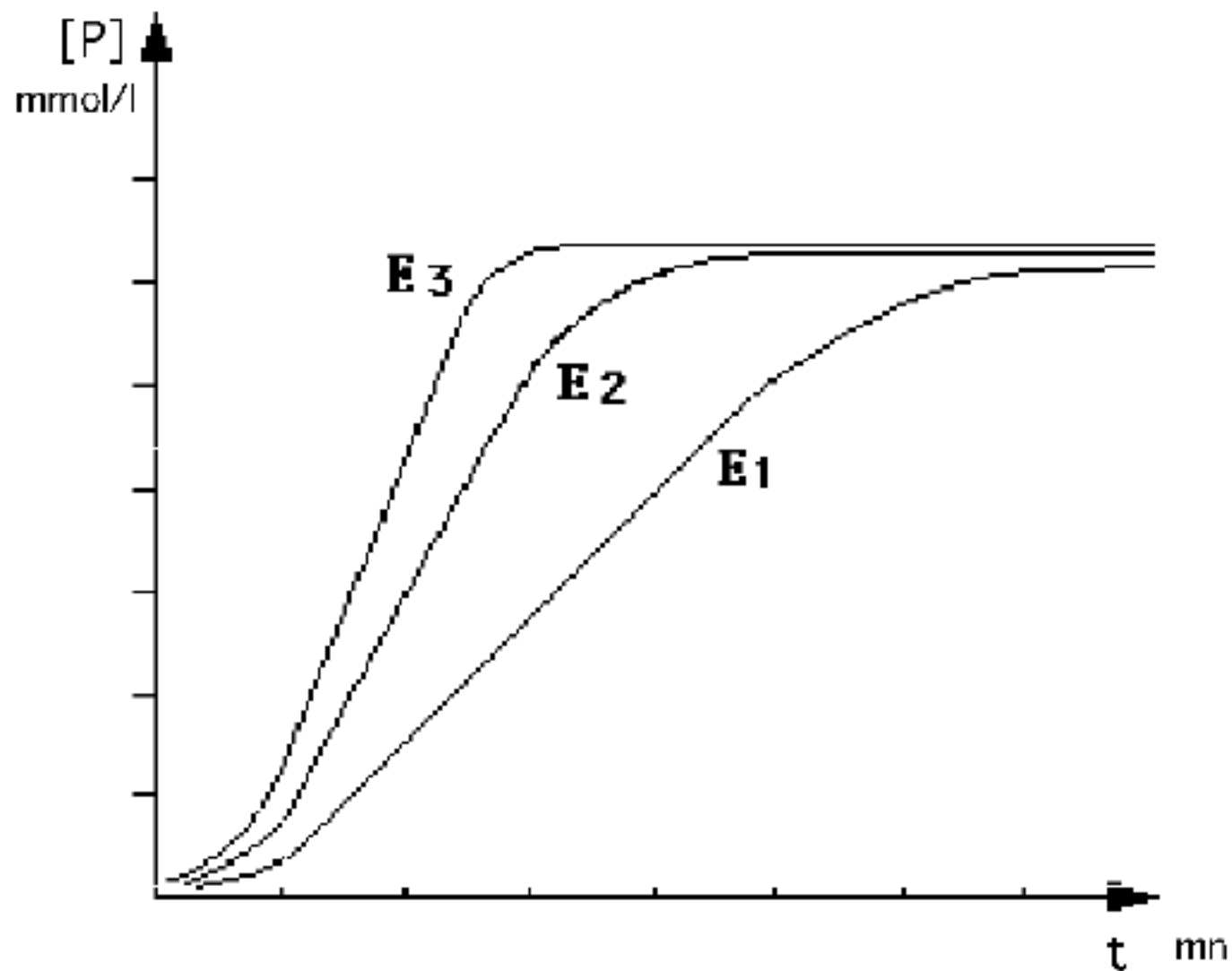


Effet de la concentration de





Concentration de l'enzyme



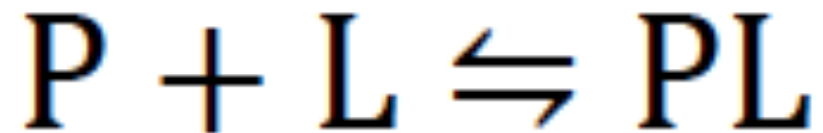
LIGAND :

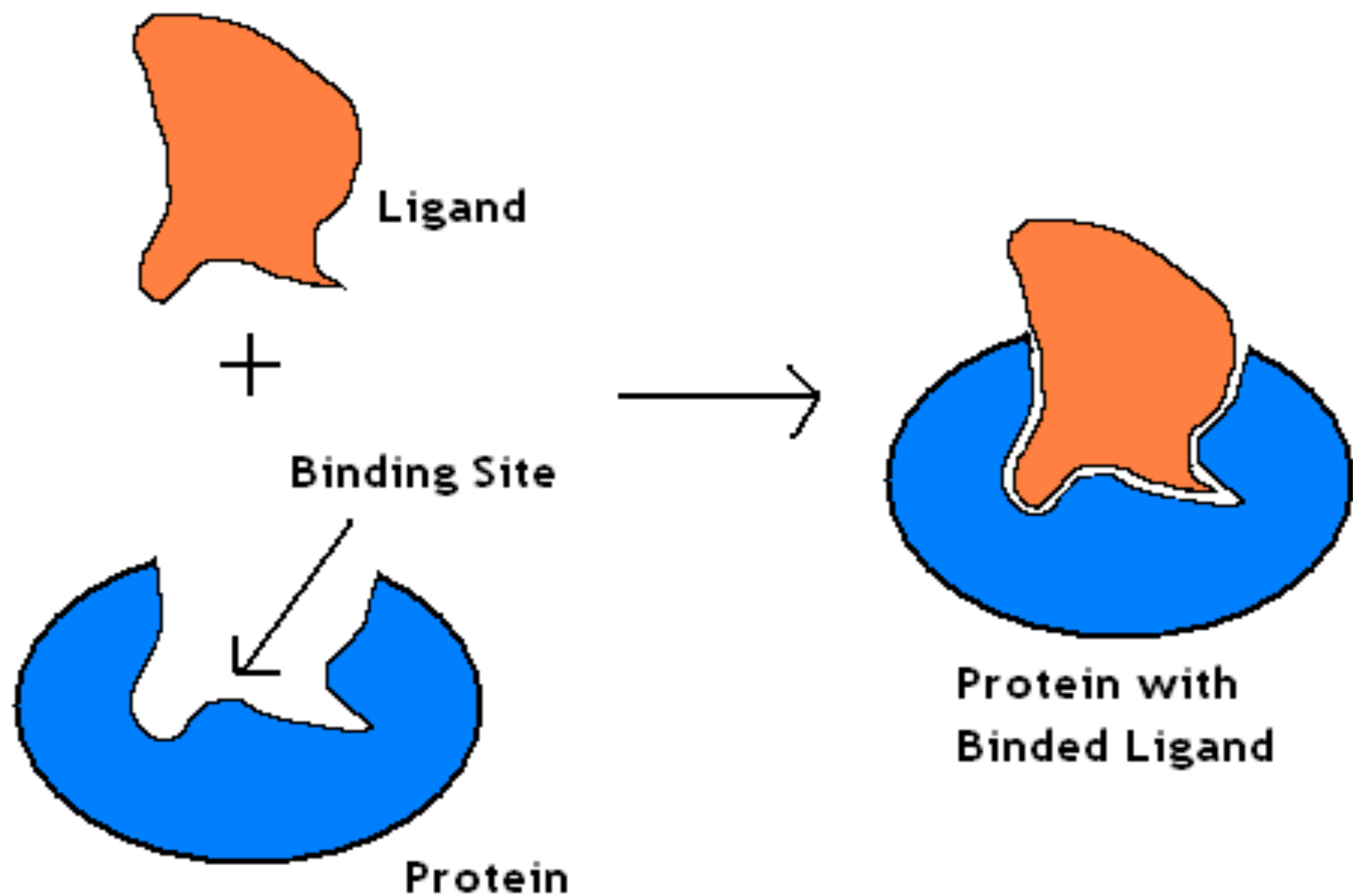
- **Corps chimique ayant une liaison spécifique avec une protéine**

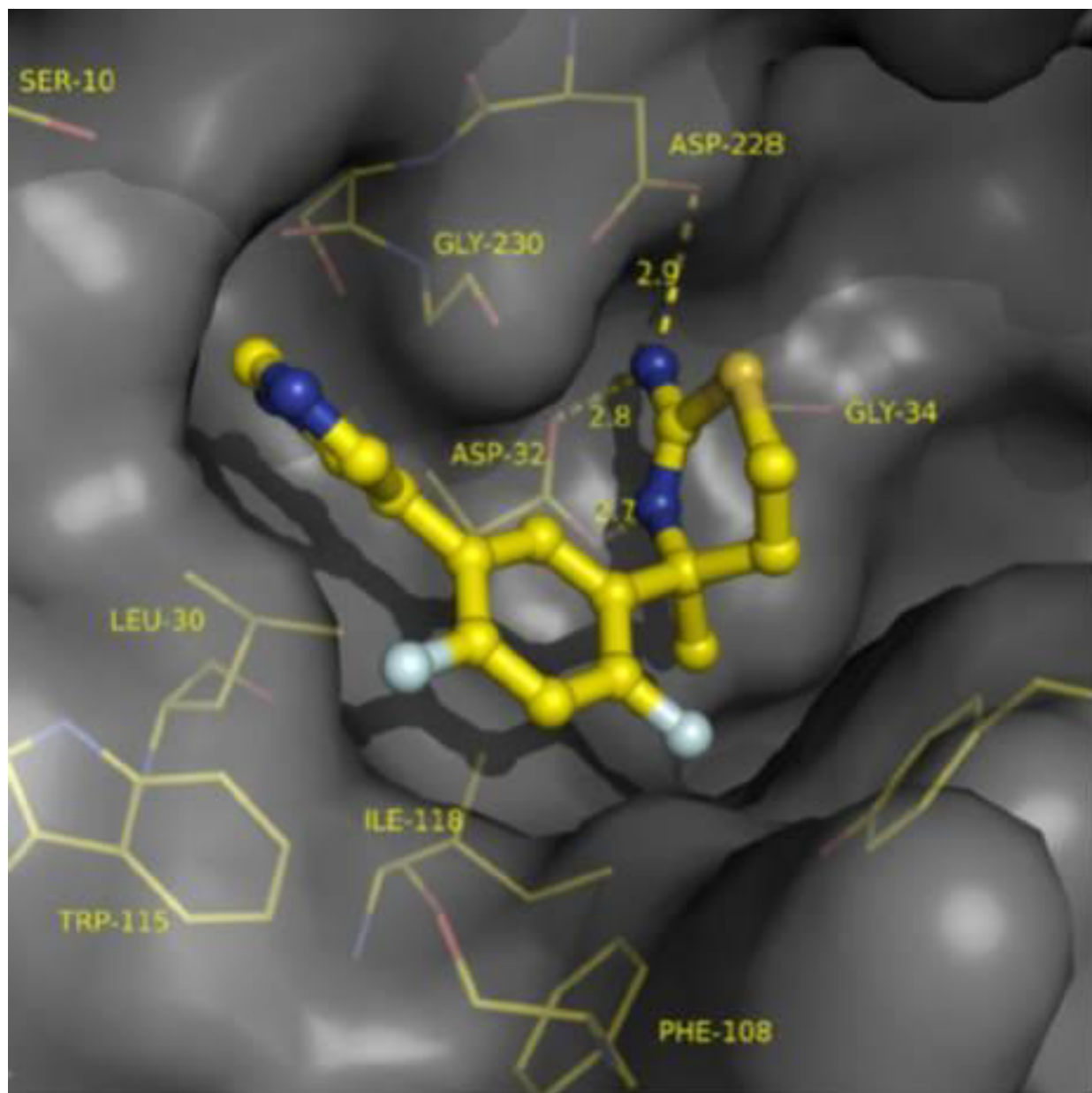
Les protéines sont caractérisé par leur aptitude à formées des complexes c'est-à-dire des associations réversibles par des liaisons non covalentes avec un nombre considérable de molécules organique de petite ou de grande taille exemple d'interaction enzyme substrat, antigène-anticorps, enzyme-effecteur, hormone-récepteur, la quantification des site de fixation d'un ligand sur une protéine donné nécessite en générale la détermination de la concentration de ligand lie a la protéine (complexe protéine-ligand) à l'équilibre thermodynamique.

Toutes les molécules ayant une liaison spécifique avec une protéine sont appelées ligands.

Pour chaque ligand, il existe au moins un site de fixation sur la protéine qui le reçoit







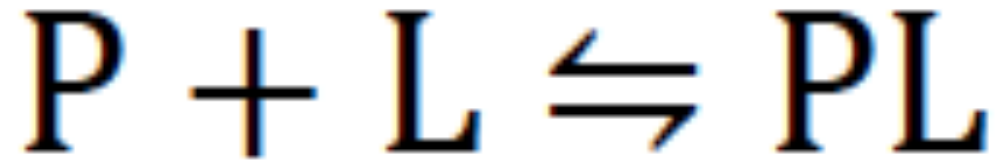
2. Protéine à plusieurs sites de fixation

Si une protéine possède pour un ligand ces sites peuvent être :

Indépendants : c - à- d la fixation de ligand sur un site étant indépendante de l'état de saturation des autres sites de fixation ils peuvent être équivalents ou non équivalents

Site indépendant et équivalent : Chacun des sites possédant alors la même constante de dissociation K_d pour le ligand ;

Site dépendant : la fixation de ligand sur un site est dépend de l'état de saturation des autres sites.



L'équilibre de fixation d'un ligand sur une protéine correspond à la réaction :

Vitesse d'association : $v_a = k_a \cdot [P] \cdot [L]$

Vitesse de dissociation : $v_d = k_d \cdot [PL]$

k_a et k_d sont des constantes microscopiques.

Avec : $[L]$ = concentration du ligand libre et $[PL]$ = concentration du ligand lié.

A l'équilibre, les vitesses sont égales :

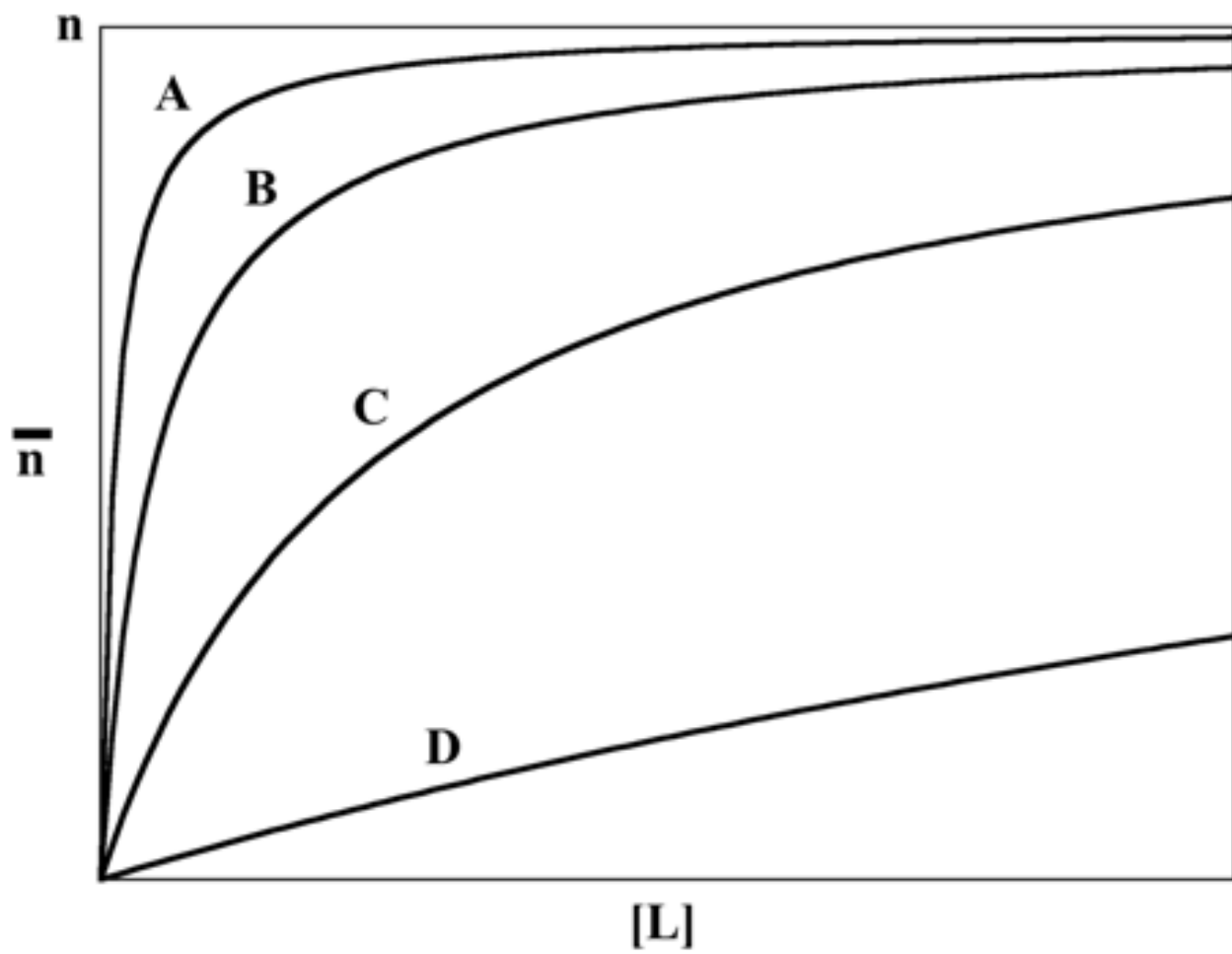
$$k_a \cdot [P] \cdot [L] = k_d \cdot [PL]$$

Avec : K_a = constante d'équilibre d'association et K_d = constante d'équilibre de dissociation. Ce sont des constantes macroscopiques.

Et :

$$K_a = \frac{1}{K_d}$$

$$KD = \frac{1}{KA} = \frac{[P \text{ libre}][L \text{ libre}]}{[PL]}$$



La fonction de saturation

Y = nombre moyen de sites de fixation occupés par le ligand ramené au nombre total de sites de fixation = f([L])

$$Y = \frac{\text{Concentration du ligand lié}}{\text{Concentration totale de sites de fixation}}$$

$$Y = \frac{\text{Concentration des complexes } [PL_i]}{[\text{nombre } n \text{ de site(s) de fixation par molécule de protéine}] \times [\text{concentration totale de protéine}]}$$

On définit une fonction de saturation Y tel que

$$Y = \frac{[PL]}{[Pt]} = \frac{\Delta A}{\Delta A_{\max}}$$

Cette fonction renseigne sur le degré de saturation de la protéine, d'après la loi de conservation de la protéine

$$[Pt] = [P_{\text{libre}}] + [P_{\text{liée}}]$$

$$Y = \frac{[PL]}{[Pt]} = \frac{\Delta A}{\Delta A_{\max}} \Rightarrow Y([P_{\text{libre}}] + [P_{\text{liée}}]) = [PL]$$

$$Y = \frac{KA \text{ [L libre]}}{KA \text{ [L libre]} + 1}$$

$$Y = \frac{\text{[L libre]}}{KD + \text{[L libre]}}$$

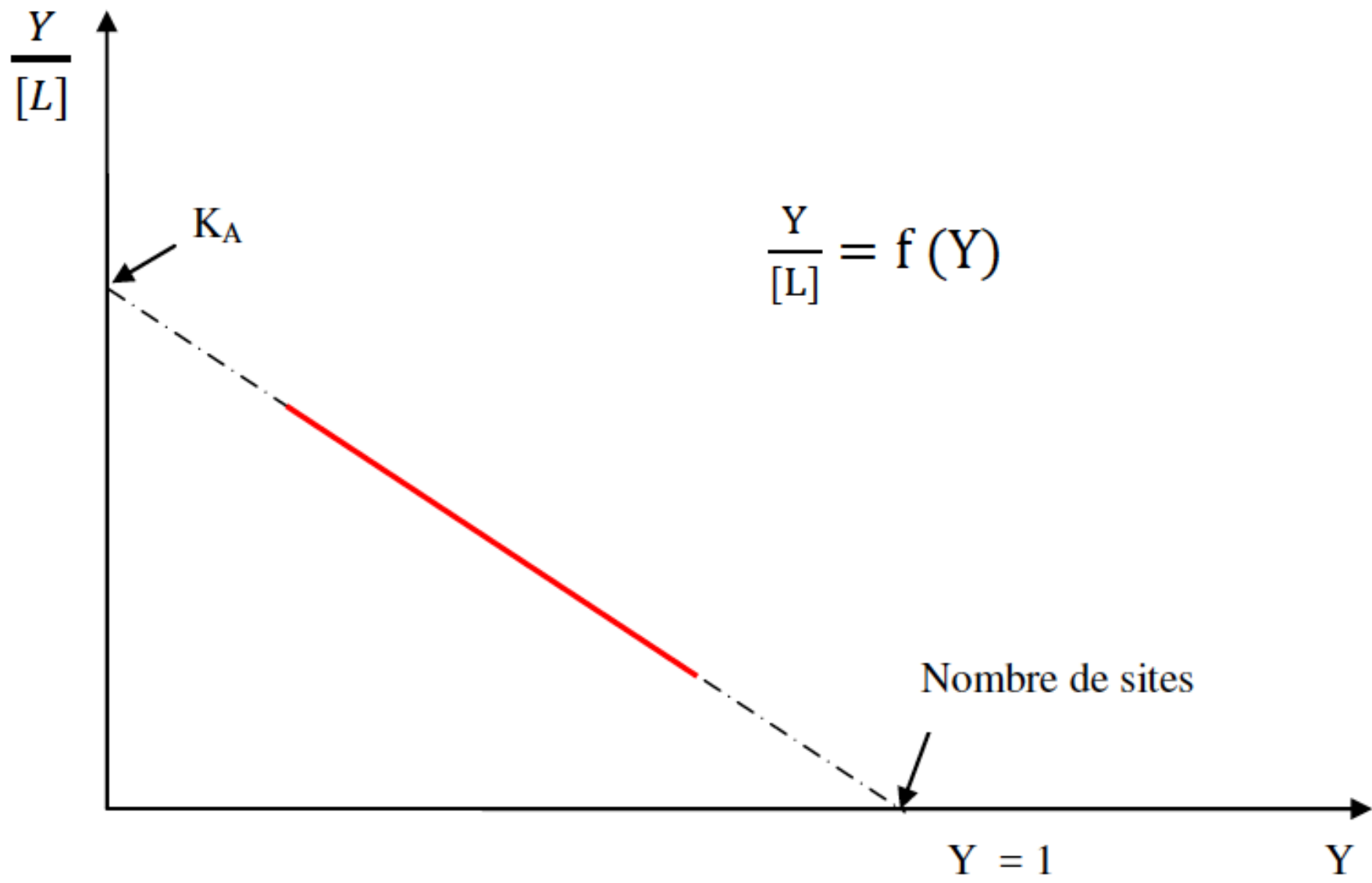
$$Y = \frac{KA[L \text{ libre}]}{KA[L \text{ libre}] + 1} \Rightarrow Y(KA [L \text{ libre}] + 1) = KA [L \text{ libre}]$$

$$Y = \frac{KA [L \text{ libre}]}{KA[L \text{ libre}] + 1} \Rightarrow Y KA[L \text{ libre}] + Y = KA[L \text{ libre}]$$

$$Y = \frac{KA[L \text{ libre}]}{KA[L \text{ libre}] + 1} \Rightarrow Y = (KA - Y KA)[L \text{ libre}]$$

Equation de Scatshard

$$\frac{Y}{[L \text{ libre}]} = KA - Y KA$$



D'une part :

$$K_d = \frac{[P][L]}{[PL]} \Rightarrow \frac{[P]}{[PL]} = \frac{K_d}{[L]}$$

D'autre part :

$$\bar{n} = \frac{[PL_i]}{[P]_{\text{totale}}} = \frac{[PL]}{[P] + [L]} = \frac{1}{1 + \frac{[P]}{[PL]}}$$

Donc :

$$\bar{n} = \frac{1}{1 + \frac{K_d}{[L]}} = \frac{[L]}{K_d + [L]} = \frac{K_a \cdot [L]}{1 + K_a \cdot [L]}$$

On obtient la relation développée par George Scatchard (1892 - 1973), qui est généralisable à n sites identiques et indépendants (voir paragraphe 4) :

$$\bar{n} = n \cdot \frac{[L]}{K_d + [L]}$$

